

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PAT-NO: JP02000244054A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000244054 A
TITLE: SEMICONDUCTOR LASER CONTROLLER AND CONTROLLING METHOD
PUBN-DATE: September 8, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAMIOKA, YUICHI	N/A
MIYAHASHI, YOSHIYUKI	N/A
AKAGI, TOSHIYA	N/A
KOISHI, KENJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11364424

APPL-DATE: December 22, 1999

PRIORITY-DATA: 10364550 (December 22, 1998)

INT-CL (IPC): H01S005/0683, G11B007/0045 , G11B007/125

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration of lifetime of a semiconductor laser and deterioration of learning accuracy due to the temperature characteristic by driving the semiconductor laser with a pulse switching between micro powers in the vicinity of threshold current and detecting the peak and bottom levels of an emitted pulse.

SOLUTION: A power detection current outputted from a semiconductor laser power photodetector 14 is converted through a current/voltage converting circuit 29 into a voltage value being delivered to a peak and bottom detection circuits 30, 31. Peak detection is controlled by a peak detection control signal (t) delivered from a central control block wherein H level of the signal (t) represents detection state and L level thereof represents detection off state. The bottom detection circuit 31 is controlled by a bottom detection control signal (u) having H level representing detection state and L level representing detection off state. A switching circuit 32 delivers any one of peak, bottom detection outputs y, z or the slew output x from the current/voltage converting circuit 29 by output select signals v, w.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-244054

(P2000-244054A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト(参考)

H 0 1 S 5/0683

H 0 1 S 5/0683

G 1 1 B 7/0045

G 1 1 B 7/0045

B

7/125

7/125

C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平11-364424

(22)出願日

平成11年12月22日(1999. 12. 22)

(31)優先権主張番号

特願平10-364550

(32)優先日

平成10年12月22日(1998. 12. 22)

(33)優先権主張国

日本 (J P)

(71)出願人

000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者

上岡 優一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72)発明者

宮端 佳之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74)代理人

100062144

弁理士 青山 稔 (外1名)

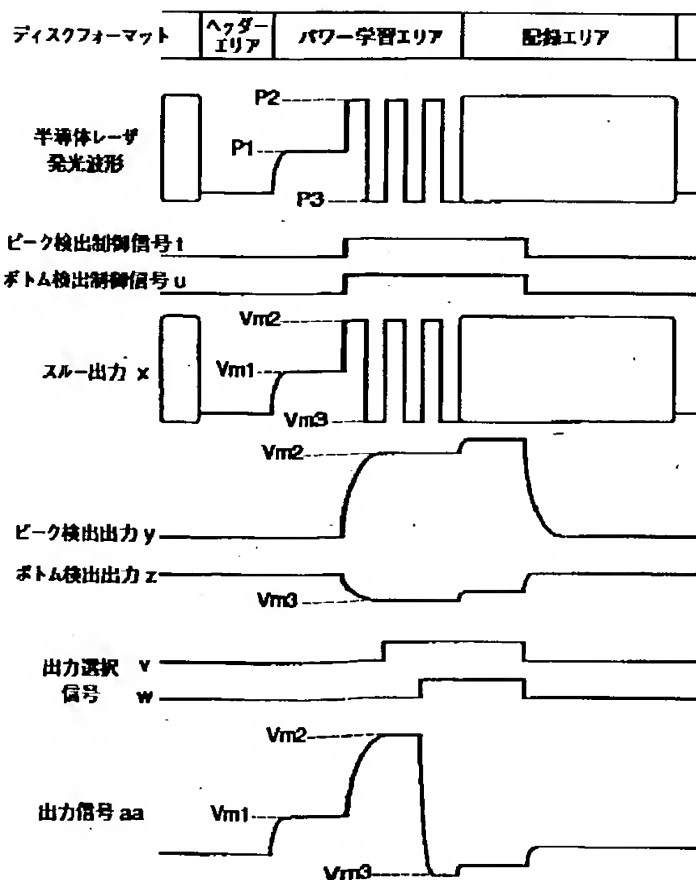
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザ制御装置及び制御方法

(57)【要約】

【課題】 光ディスク記録再生装置のレーザパワー制御時に、高パワーのDC出力発光が必要であるために、DCパワーが照射された光ディスク上の記録膜のダメージ増大や、半導体レーザの寿命劣化、パワー制御精度の悪化の問題がある。又、半導体レーザのI-L特性の非線型性から、微小パワー出力時のパワー精度の悪化といった問題がある。上記問題の解決を目的とする。

【解決手段】 半導体レーザの発光パワーを検出するためのパワー検出器と、検出器の出力のピーク値を検出するピーク検出する検出回路と検出器の出力のボトム値を検出するボトム検出回路を設ける。半導体レーザをパルス変調することで出力されるパルス状の検出器出力のピーク値とボトム値を前記検出回路で検出することでえられる値をもとにして、半導体レーザのパワー制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザに駆動電流を供給するための電流駆動手段と、前記駆動電流をパルス状の駆動電流にスイッチングするためのスイッチング手段と、前記半導体レーザの発光パワーを検出するためのパワー検出手段と、前記パワー検出手段の出力のピーク値を検出するためのピーク検出手段と、前記半導体レーザに直流駆動電流を供給することで前記パワー検出手段から得られる出力と前記半導体レーザにパルス状の駆動電流を供給することで前記ピーク検出手段から得られる出力とから、前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算し、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性の演算結果に基づいて前記電流駆動手段の駆動電流を制御する演算装置とを備える半導体レーザ制御装置。

【請求項2】 半導体レーザに駆動電流を供給するための電流駆動手段と、前記駆動電流をパルス状の駆動電流にスイッチングするためのスイッチング手段と、前記半導体レーザの発光パワーを検出するためのパワー検出手段と、前記パワー検出手段の出力のボトム値を検出するためのボトム検出手段と、前記半導体レーザに直流駆動電流を供給することで前記パワー検出手段から得られる出力と前記半導体レーザにパルス状の駆動電流を供給することで前記ボトム検出手段から得られる出力とから、前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算し、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性の演算結果に基づいて前記電流駆動手段の駆動電流を制御する演算装置とを備える半導体レーザ制御装置。

【請求項3】 半導体レーザに駆動電流を供給するための電流駆動手段と、前記駆動電流をパルス状の駆動電流にスイッチングするためのスイッチング手段と、前記半導体レーザの発光パワーを検出するためのパワー検出手段と、前記半導体レーザにパルス状の駆動電流を供給することで得られる前記パワー検出手段からのパルス出力のピーク値を検出するためのピーク検出手段と、前記パルス出力のボトム値を検出するためのボトム検出手段と、前記ピーク検出手段の出力と前記ボトム検出手段の出力とから、前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算し、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性の演算結果に基づいて前記電流駆動手段の駆動電流を制御する演算装置とを備える半導体レーザ制御装置。

【請求項4】 半導体レーザに駆動電流を供給するための電流駆動手段と、前記駆動電流をパルス状の駆動電流にスイッチングするためのスイッチング手段と、前記半導体レーザの発光パワーを検出するためのパワー検出手段と、前記半導体レーザにパルス状の駆動電流を供給することで得られる前記パワー検出手段からのパルス出力のピーク値を検出するためのピーク検出手段と、前記パ

ルス出力のボトム値を検出するためのボトム検出手段と、前記半導体レーザに直流駆動電流を供給することで前記パワー検出手段から得られる出力と前記ピーク検出手段の出力と前記ボトム検出手段の出力とから、前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算し、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性の演算結果に基づいて前記電流駆動手段の駆動電流を制御する演算装置とを備える半導体レーザ制御装置。

10 【請求項5】 前記パルス状の駆動電流を供給することで前記半導体レーザが発するパルスは第1パルス幅を有し、又、前記パルスのピーク値において前記半導体レーザの出力特性及び発光寿命の保証されるパルスは第2パルス幅を有し、更に、第1パルス幅が第2パルス幅以下である請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体レーザ制御装置。

20 【請求項6】 半導体レーザに直流駆動電流を供給し、前記半導体レーザの発光パワーを検出する発光パワー検出手段の出力を得る工程と、前記半導体レーザにパルス変調された駆動電流を供給し、前記発光パワー検出手段から出力されるパルス出力のピーク値を検出する工程と、前記発光パワー検出手段の前記出力と前記パルス出力の前記ピーク値とから前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算する工程と、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性に基づいて前記駆動電流を制御する工程とを備える半導体レーザ制御方法。

30 【請求項7】 半導体レーザに直流駆動電流を供給し、前記半導体レーザの発光パワーを検出する発光パワー検出手段の出力を得る工程と、前記半導体レーザにパルス変調された駆動電流を供給し、前記発光パワー検出手段から出力されるパルス出力のボトム値を検出する工程と、前記発光パワー検出手段の前記出力と前記パルス出力のボトム値とから前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算する工程と、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性に基づいて前記駆動電流を制御する工程とを備える半導体レーザ制御方法。

40 【請求項8】 半導体レーザにパルス変調された駆動電流を供給し、前記半導体レーザのパルス発光パワーを検出する発光パワー検出手段から出力されるパルス出力のピーク値とボトム値を検出する工程と、前記発光パワー検出手段の前記パルス出力の前記ピーク値と前記ボトム値とから、前記半導体レーザのパルス発光パワー対駆動電流特性を演算する工程と、前記半導体レーザのパルス発光パワーが所定の値となるように前記パルス発光パワー対駆動電流特性に基づいて前記駆動電流を制御する工程とを備える半導体レーザ制御方法。

50 【請求項9】 半導体レーザに直流駆動電流を供給し、前記半導体レーザの発光パワーを検出する発光パワー検

出手段の出力を得る工程と、前記半導体レーザにパルス変調された駆動電流を供給し、前記発光パワー検出手段から出力されるパルス出力のピーク値及びボトム値を検出する工程と、前記発光パワー検出手段の前記出力と前記パルス出力の前記ピーク値及び前記ボトム値とから、前記半導体レーザの発光パワー対駆動電流特性を演算する工程と、前記半導体レーザの発光パワーが所定の値となるように前記発光パワー対駆動電流特性に基づいて前記駆動電流を制御する工程とを備える半導体レーザ制御方法。

【請求項10】 前記半導体レーザの発光によって発生されるパルスが第1パルス幅を有し、又、前記パルスのピーク値において前期半導体レーザの出力特性及び発光寿命の保証されるパルスは第2パルス幅を有し、更に、第1パルス幅が第2パルス幅以下となるように、パルス変調された駆動電流が前記半導体レーザに供給される請求項6乃至9のいずれかに記載の半導体レーザ制御方法。

【請求項11】 記録媒体上のパワー学習エリアで実行され、又、前記パワー学習エリアは、前記半導体レーザによってデータを記録する記録媒体上の記録エリアとは別に、前記半導体レーザのパワー制御専用記録媒体上に設けられた請求項6乃至9のいずれかに記載の半導体レーザ制御方法。

【請求項12】 データを前記半導体レーザによって記録媒体上の記録エリアに記録中に実行される請求項6乃至9のいずれかに記載の半導体レーザ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザを用いた記録再生装置の半導体レーザパワー制御に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザを用いた記録再生装置は、これまでに多数開発された。中でも光ディスク記録再生装置は、コンピュータの周辺記憶装置又は、ビデオテープレコーダの代替装置として大いに注目されている。

【0003】光ディスクは光ピックアップに搭載された半導体レーザを発光し、再生時にはディスク上に微弱な再生光を集光し、ディスク上に記録されているピットの反射率、位相差、偏向角などを検出する。又、記録、消去時には再生時より高パワーで半導体レーザを発光させ、かつレーザパワーが、記録するマークに応じてパルス変調される。

【0004】例えば相変化光ディスクへの記録の場合は、基本的にはピークパワーとバイアスパワーの2値をスイッチングすることでピークパワー部でマークを、バイアスパワー部で下地の記録マークの消去、すなわち*

$$I_{m1} = K \times P1, I_{m2} = K \times P2$$

*ペース部分の記録を行う。

【0005】しかし実際に相変化記録の場合は、単純な熱記録であるために記録マークの熱的な歪みが発生しやすく、安定した記録マークを形成するためには2値のスイッチングでは不足であり、図1に示すような、複数値のレーザパワーを設定し、且つ複数のレーザパワー値をパルス変調して、記録マークにかかる熱を均一化することで安定な記録マークを形成する。図1ではPEAK 2、PEAK 1、BIAS 1、BIAS 2、BIAS 3の合計5値レーザパワーを用いてマークの記録を行っている。READは記録時には使用しないが、再生用のレーザパワーを意味しREADパワーまで考えると合計6値のレーザパワー設定が必要となる。

【0006】又、これらのレーザパワー精度は数%以下が要求されレーザパワー制御の高精度化は安定した記録特性の確保の為に必須条件である。しかし半導体レーザのパワー特性は周囲温度等に大きく左右される。従って記録前に一旦パワー設定して一定の駆動電流を供給したとしてもパワーは一定に保たれる事はなく、レーザ本体又は周囲機器の温度上昇によってパワーの変動が発生する。

【0007】特開平6-267102号公報では半導体制御ループを広帯域化することで光ディスクへのデータ記録再生時に連続的に半導体レーザのパワーサーボを行い半導体レーザのパワー安定化を図っている。しかし、こういった広帯域のサーボループ形成の為に、レーザパワー検出部に要求される周波数応答特性は高速性が要求され、又レーザパワー検出部の調整精度などに難しさがあった。その他に考えられるパワー変動の回避の手段として、本例に示すようなは一定期間毎のパワー学習が有効である。

【0008】一定期間毎のパワー学習を行う場合、例えばセクタ構造を有する光ディスクフォーマットにおいては1セクターに1回のパワー学習エリアを設け、パワー学習エリア内で行うことが考えられる。

【0009】従来パワー学習エリアでの学習方法例として、図2、図3に示すとおりレーザに一定電流 I_{op1} を供給し、供給電流にたいするレーザパワー $P1$ を外部のフォトディテクタで受光しパワーに比例した検出電流 I_{m1} を検出する。次に電流 I_{op2} ($I_{op1} \neq I_{op2}$)を供給し、供給電流に対するレーザパワー $P2$ をフォトディテクタで検出し検出電流 I_{m2} を得る。図2は半導体レーザの駆動電流 I_{op} 対半導体レーザ発光パワー P の関係 ($I-L$ 特性)を示した図であり、図3は半導体レーザの発光パワー対フォトディテクタの出力電流の関係を示した図である。

【0010】これより、 $P1$ 、 I_{m1} 、 $P2$ 、 I_{m2} の値が検出され、半導体レーザの閾値電流を I_{th} 、フォトディテクタの電流変換効率を K とすると、

$$\dots (1)$$

$$P = \{(P2 - P1) / (I_{op2} - I_{op1})\} \times (I_{op} - I_{th}) \quad \dots (2)$$

$$I_{th} = (I_{op2} \times P1 - I_{op1} \times P2) / (P1 - P2) \quad \dots (3)$$

の1次関数が得られ、電流値 I_{op} に対してレーザパワー P が一義的に決定される。

【0011】但し、図2からも明らかとなり式(2)と(3)の1次関数が成立するのは半導体レーザのI-L特性においてレーザ駆動電流 I_{op} が I_{th} にくらべ十分大きい場合の線形領域に限った場合である。 I_{op} が I_{th} 近くの、 $I_{op} = I_{op3}$ に対する $P = P3$ の場合のI-L特性は指数関数で表現される非線形領域である。従って上記の I_{op1} 、 I_{op2} 、 $P1$ 、 $P2$ をもとにたてられた式(2)と(3)からの予測は難しく、パルス波形のパワー精度の悪化につながる。

【0012】図4はI-L特性と図1で示した記録パルス波形の対応を示した図であるがBIAS2、BIAS3のパワーレベルではI-L特性の非線形領域のパワーであり、駆動電流 I_{op} と発光パワーの関係が式(2)と(3)で示す1次関数上にないことがわかる。

【0013】図5は、セクター構成の光ディスクのディスクフォーマットと、レーザのパワー学習過程を示したタイミングチャートである。ヘッダエリアは主に物理アドレスが記録されており、再生パワーによって読みとる。読みとったアドレス情報に従って、記録すべきセクタであると判断すると、レーザビームスポットがパワー学習エリアにある時に I_{op1} 、 I_{op2} が順に半導体レーザに供給され、半導体レーザはそれに伴い $P1$ 、 $P2$ のパワーで駆動される。式(1)より、発光に比例した $I_{m1} = K \times P1$ 、 $I_{m2} = K \times P2$ が、レーザパワー検出用フォトディテクタより出力され、式(2)と(3)に示す一次関数が確定する。この一次関数から図1に示した5値のパワーレベルに対応した駆動電流 I_{op} が算出され、算出された5値の電流値を半導体レーザに供給することで5値のレーザパワー設定が可能となる。但し、先にも述べたとおりBIAS2、BIAS3のパワーにおいてはI-L特性の非線形領域のため、1次関数として算出したのでは精度が悪い。

【0014】上記学習方法は他の問題点もある。図5で示すように、レーザビームスポットがパワー学習エリアにある時、半導体レーザを必ず上記パワー $P1$ と $P2$ によってDC値で長時間駆動する必要がある。理由は $P1$ 、 $P2$ に対応した検出電流 I_{m1} 、 I_{m2} を検出し、検出結果をもとに式(2)と(3)で示す演算処理する時間が必要なことと、レーザパワー検出器として働くフォトディテクタの周波数特性が低い場合には、フォトディテクタが I_{m1} と I_{m2} といった検出電流に対応する目標パワー値にセトリングするまでに一定の時間が必要なためである。

【0015】又、 $P1$ は消去パワーレベル程度、 $P2$ は記録パワーレベル程度を想定した場合、 $P1$ は比較的低

*いレーザパワーであるために問題にならないが、 $P2$ は高いパワーが光ディスク上の記録膜上にDC的に照射されることになり、蒸着されている記録膜を破壊する現象が発生する。学習エリアは文字どおり学習用の領域であるがデータエリアと同様に記録膜が蒸着されている場合が多く、図5のように繰り返し学習エリアに $P2$ レベルのDCパワーが照射されつづけると記録膜の破損がはじまり、記録膜の構成物の物理的流動によって学習エリアの次に続く記録エリアまで破壊して行く不具合が見られる。

【0016】その他の問題として、半導体レーザの特徴として先にも述べたとおり、半導体レーザチップがパワーを出力する場合に発熱する熱の影響で上記I-L特性、つまり光への変換効率を悪化させてしまう。DCパワーの連続照射は半導体レーザチップの発熱を加速させるため学習エリアでのI-L特性を悪化させ、結果として記録パワー精度を悪化させてしまう。又、半導体レーザチップの寿命も長時間のDC的な高パワー発光で短くなり、数 μsec のパルス幅以上は保証されていない場合がある。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明は、従来技術の上述の欠点を解消する半導体レーザ制御装置及び制御方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、レーザビームスポットが記録媒体の学習エリアにある時、図2に示す閾値電流 I_{th} 近傍の微少パワーとパワー $P2$ の間でスイッチするパルスで半導体レーザを駆動し、出射されたパルスのピークレベルとボトムレベルを検出する。ピーク検出は上記、 $P2$ のDC照射による記録エリア前半の記録膜劣化を軽減し、発熱でI-L特性の悪化によるパワー精度の悪化、半導体レーザチップの寿命を短くするといった問題の解決策となり、ボトム検出は I_{th} 近傍、つまりI-L特性の非線形領域の微少パワーのパワー精度を向上させる。

【0019】

【発明の実施形態】以下、本発明の一実施形態について説明する。図6は光ディスク記録再生装置のシステム構成を示す。図7に示すように、光ディスク記録再生装置は半導体レーザ(LD)12を備える。光ディスク記録再生装置は、本発明の一実施形態にかかる半導体レーザパワー制御装置を備える。光ディスク1はスピンドルモータ2によって一定方向に回転制御されている。光ピックアップ3に組み込まれた半導体レーザチップは半導体レーザ制御ブロック4によってパワー制御されている。

【0020】光ピックアップから照射されるレーザ光は

光ディスク1の記録膜で反射されて光ピックアップ内の再生用フォトディテクタ(PD)10に集光される。図7に示す再生用フォトディテクタ10はフォーカス用フォトディテクタとトラッキング用フォトディテクタを備える。フォーカス用フォトディテクタがフォーカス(+)信号aとフォーカス(-)信号bを出力する一方、トラッキング用フォトディテクタがトラッキング(+)信号cとトラッキング(-)信号dを出力する。サーボブロック5で作られたフォーカス制御信号eとトラッキング制御信号fが、光ピックアップに組み込まれたアクチュエータに供給され、光ピックアップのレンズ位置を、夫々、フォーカス方向とトラッキング方向に制御する。

【0021】上記フォーカス(+)信号a、フォーカス(-)信号b、トラッキング(+)信号cとトラッキング(-)信号dは、同時に再生信号処理ブロック6に供給されて、光ディスク1上に記録されているビット情報を読み出すための再生信号として使用される。中央制御ブロック7が、半導体レーザ制御ブロック4と再生信号処理ブロック6を制御するために設けられている。

【0022】図7は光ピックアップ3の構成図である。対物レンズ8は光ディスクからの反射光を平行光とし、反射板9で再生用フォトディテクタ10に集光される。対物レンズ11は半導体レーザ12から出射された拡散光を平行光に変換する。反射板13で上記平行光は、半導体レーザパワー検出フォトディテクタ14に集光され、パワー検出信号(I_m)gとして半導体レーザ制御ブロック4に供給されると同時に、対物レンズ8を通過し光ディスク1の記録膜上に集光され再生及び記録用のレーザビームスポットを形成する。

【0023】図8に示すように、半導体レーザ制御ブロック4は、半導体レーザ駆動ブロック15、半導体レーザパワー検出ブロック16と半導体レーザ演算ブロック50とからなっている。半導体レーザ駆動ブロック15の回路構成例を図10に示すが6値の半導体レーザパワーをスイッチングするためのタイミング信号h、i、j、k、lとmが中央制御ブロック7から供給されている。タイミング信号h、i、j、k、lとmは、夫々、図1のパワーレベルREAD、BIAS3、BIAS2、BIAS1、PEAK1とPEAK2に対応する。パワーレベルREAD、BIAS3、BIAS2、BIAS1、PEAK1とPEAK2に、夫々、対応する6値のレーザパワー設定信号n、o、p、q、rとsが、半導体レーザ演算ブロック50から半導体レーザ駆動ブロック15に供給されている。パワーレベルREAD、BIAS3、BIAS2、BIAS1、PEAK1とPEAK2に、夫々、対応する電流源23、24、25、26、27と28が、レーザパワー設定信号n～sによって、夫々、設定された駆動電流を半導体レーザ12に供給する。

【0024】電流源23-28には一定のゲイン(例えば10倍)を持たせることで消費電力の観点などから有利な場合があるが、本実施形態では簡単化のためにゲインは1とする。パワーレベルREAD、BIAS3、BIAS2、BIAS1、PEAK1とPEAK2に、夫々、対応するスイッチング素子17、18、19、20、21と22が、夫々、電流源23-28から半導体レーザ12に流れる電流をON/OFFするために設けられている。スイッチがONした状態、例えばREAD用スイッチング素子17がON状態となればREAD用電流源23に設定された電流が半導体レーザ12に流れる事になり、半導体レーザ12への電流供給が行われたこととなる。

【0025】続いてBIAS3用スイッチング素子18がONされると、BIAS3用電流源24に設定された電流が半導体レーザ12にながれる。つまりこの場合半導体レーザ12には電流源23と電流源24の電流が重畳されて流れることとなり、レーザパワーとしては大きくなる。図11には図1で示したレーザ発光波形と、それを作るためのタイミング信号h、i、j、k、lとmの動作を示す。Hレベルは、スイッチング素子17-22のON状態を示す。

【0026】図9は図8の半導体レーザ制御ブロック4内の半導体レーザ演算ブロック50の内容を詳細に示す図である。半導体レーザ演算ブロック50では、半導体レーザ12に必要な上記の電流値を設定する。51は半導体レーザパワー検出ブロック16から出力される電圧値をデジタル値に変換するAD変換回路、52はAD変換回路から出力されるデジタル値をモニタするCPUあるいは、デジタルシグナルプロセッサからなる演算装置である。53は、演算装置52によって決定される再生時のレーザパワーREADに対応する電流を決める再生用DA変換回路である。又、54は、演算装置52から再生時の半導体レーザ12に出力する閾値電流を決める閾値用DA変換回路であり、55は、閾値用DA変換回路54から出力される値を、半導体レーザ駆動ブロック15に出力する電流に変換する第2電流増幅回路である。

【0027】56は、演算装置52から再生時の半導体レーザ12に出力する最大電流を決定する最大DA変換回路であり、57は、最大DA変換回路56で設定された最大電流範囲内で、再生用DA変換回路53から出力される値を、半導体レーザ12に出力する電流に変換する第1電流増幅回路である。最大DA変換回路56より、第1電流増幅回路57の最大出力電流量を決定することで再生用DA変換回路53からの出力の増幅率を可変する増幅回路を実現している。同じく、最大DA変換回路62により、第2電流増幅回路55の最大出力電流量を決定することで閾値用DA変換回路54からの出力の増幅率を可変する増幅回路を実現している。

【0028】又、本実施形態によれば、再生用DA変換回路53から出力される信号を帯域制限するための低域通過回路58と、再生用DA変換回路53から出力される信号と、低域通過回路58から出力される信号のどちらかを演算装置52からの指令に応じて選択するスイッチ59を設けている。従って、再生時には、再生用DA変換回路53からのパワーを低域通過回路58に通すことにより、1LSBあたりのパワーの急激な変動を抑えることができる。また、半導体レーザパワー学習時には、再生用DA変換回路53からのパワーを低域通過回路58に通さないようにすることにより、半導体レーザ12を高速に応答させることができ、パワー設定を速くすることができるから、パワー学習時間を短縮することができる。

【0029】同様に、60は、閾値用DA変換回路54から出力される信号を帯域制限するための低域通過回路であり、61は、閾値用DA変換回路54から出力される信号と、低域通過回路60から出力される信号のどちらかを選択するスイッチで、スイッチ61で選択された信号を第2電流増幅回路55へ出力する構成である。62は、第2電流増幅回路55の最大値を決定する最大DA変換回路である。

【0030】半導体レーザ演算ブロック50の上記構成により、閾値の変動による再生パワー制御用の再生用DA変換回路53が飽和することを同時に防止できる。また、再生起動時、終了時に、閾値用DA変換回路54からの出力をスイッチ61を介して、第2電流増幅回路55に出力する経路を通すことにより、半導体レーザ12を高速に応答させることができ、パワー設定を速くすることができるから、短時間に再生制御を行うことができる。

【0031】まとめると、本実施形態は、再生時に再生パワーの変動を抑えるために低域通過回路58を導入し、さらに、閾値電流重畳に対しても低域通過回路60を導入することによって、再生パワーの精度を維持しつつ、温度変動などによって閾値電流重畳を緩やかに重畳することにより、パワーの変動を抑えながら、なおかつ再生用DA変換回路53の飽和を防ぐことができる。また、スイッチ59とスイッチ61を設けることにより、再生用DA変換回路53と閾値用DA変換回路54から出力する信号を低域通過回路58と低域通過回路60によって帯域制限をしない設定ができるため、レーザパワーの立ち上げなどに要する時間を短縮化することができる。

【0032】63は、演算装置52によって決定されるBIAS3のレーザパワーに相当する電流を決めるバイアス用DA変換回路であり、64は、演算装置52から半導体レーザ12に出力されるBIAS3の最大電流を決定する最大DA変換回路であり、65は、最大DA変換回路64で設定された最大電流範囲内で、バイアス用

DA変換回路63から出力される値を、BIAS3のパワーに応じた電流に変換して、その電流を半導体レーザ駆動ブロック15に出力する第3電流増幅回路である。

【0033】以下同様にして、バイアス用DA変換回路66、バイアス用DA変換回路69、ピーク用DA変換回路72とピーク用DA変換回路75は、夫々、演算装置52によって決定されるBIAS2、BIAS1、PEAK1とPEAK2のレーザパワーに相当する電流を決める。又、67、70、73と76は、夫々、演算装置52から半導体レーザ12に出力するBIAS2、BIAS1、PEAK1、PEAK2の最大電流を決定する最大DA変換回路である。更に、68、71、74と77は、夫々、最大DA変換回路67、70、73と76で設定された電流範囲内で、バイアス用DA変換回路66、バイアス用DA変換回路69、ピーク用DA変換回路72とピーク用DA変換回路75から出力される値を、BIAS2、BIAS1、PEAK1とPEAK2のパワーに応じた電流に変換して、その電流を半導体レーザ駆動ブロック15に出力する電流に変換する第4電流増幅回路、第5電流増幅回路、第6電流増幅回路と第7電流増幅回路である。

【0034】以上のように本実施形態の半導体レーザパワー制御装置は、再生系と記録系のDA変換回路と電流増幅回路を別に設けることにより、出射パワーの分解能が記録に合わせられることにより、DA変換に必要なビット数を、少なくすることができる。また、記録パワーに必要な電流最大値を設定できるようにすることで、半導体レーザ12の特性のばらつきによらず、記録パワーの分解能が、一定にする事ができる。

【0035】図12は半導体レーザパワー検出ブロック16の内部構成を示す。半導体レーザパワー検出フォトディテクタ14から出力されるパワー検出電流(I_m)は電流電圧変換回路29によって電圧値に変換され、ピーク検出回路30とボトム検出回路31に供給される。ピーク検出は中央制御ブロック7より入力されるピーク検出制御信号tによって制御されており、ピーク検出制御信号tのHレベルで検出状態、Lレベルで検出オフ状態となる。同様にボトム検出回路31はボトム検出制御信号uによって制御されており、ボトム検出制御信号uのHレベルで検出状態、Lレベルで検出オフ状態となる。

【0036】切替え回路32にはピーク検出回路30から出力されるピーク検出出力y、ボトム検出回路31から出力されるボトム検出出力z、電流電圧変換回路29のスルー出力xが直接入力されている。切替え回路32は、出力選択信号v、wによって、ピーク検出出力y、ボトム検出出力z、電流電圧変換回路29の直接出力であるスルー出力xのいずれかを、例えば図13に示す出力信号aaとして選択的に出力する。

【0037】以下に、上記ピーク検出回路30とボトム

11

検出回路31を用いたレーザパワー設定方法を順を追って説明する。図13は、本発明にかかる半導体レーザパワー制御方法におけるディスクフォーマットと、それに伴ったタイミングを示す。レーザビームスポットがディスクフォーマットのヘッダエリアにある時、ヘッダエリアに記録されているアドレス情報を再生する必要があり、半導体レーザ12を再生パワー（READ）で駆動している。ヘッダエリアに記録されたアドレス情報によって当セクタが記録セクタであることが判断されると、半導体レーザ12には図2で示すIop1の電流が供給され、P1のパワーで発光する。P1のパワーはパワー検出用フォトディテクタ14で検出され、パワー検出電流Im1=K/P1が流れる。パワー検出電流Im1は図12の電流電圧変換回路29で電圧Vm1に変換される。図13に示すスルー出力xの波形は電流電圧変換回路29で変換された電圧値の挙動を表している。

【0038】続いて半導体レーザ12に図2で示すIop2、Iop3間でスイッチングさせる電流を供給する。半導体レーザ12はPo2とPo3のパワー間のパルスで駆動され、パワー検出用フォトディテクタ14からはIm2=K/P2とIm3=K/P3間でスイッチングされた検出電流が発生される。よって、図13のスルー出力xに示すように、Vm2とVm3間のスイッチング波形が電流電圧変換回路29で発生する。

【0039】半導体レーザがP2、P3間でスイッチングしている間にピーク検出制御信号tをアクティブ状態（Hレベル）とすることでピーク検出回路30はスルー出力xのVm2レベルを検出しピーク検出出力yを出力する。すなわちピーク検出出力yはVm2の値を一定期間出力し続けており、図5で示した従来方式で半導体レ

$$P1 = Im1 / K = Vm1 / (K \times R), P2 = Im2 / K = Vm2 / (K \times R) \quad \dots (4)$$

式(4)を式(2)と式(3)に代入すると、以下の式※(5)と式(6)が得られる。

$$P = \{ (Vm2 - Vm1) / \{ K \times R \times (Iop2 - Iop1) \} \} \times (Iop - Ith) \quad \dots (5)$$

$$Ith = (Iop2 \times Vm1 - Iop1 \times Vm2) / (Vm1 - Vm2) \quad \dots (6)$$

【0042】式(4)、式(5)、式(6)より半導体レーザの発光パワーに対する駆動電流Iopが一義的に算出される。例えば図1で示す半導体レーザパワーの設定が必要とした場合には式(5)と(6)から、PEAK1、PEAK2、BIAS1、BIAS2、BIAS3に対応する駆動電流Iopが演算されて、図9で示した、各DA変換回路に送られる。DA変換回路でアナログ値に変換された5値の設定電流o、p、q、rとsは半導体レーザ駆動ブロック15に供給される。PEAK★

$$P1 = Im1 / K = Vm1 / (K \times R), P3 = Im3 / K = Vm3 / (K \times R) \quad \dots (7)$$

式(7)を式(2)と式(3)に代入すると、以下の式☆(8)と式(9)が得られる。

$$P = \{ (Vm3 - Vm1) / \{ K \times R \times (Iop3 - Iop1) \} \} \times (Iop -$$

12

*ーザそのものを長時間DC駆動させて得られる検出出力と同じ出力が得られることになる。従って、本発明では、パルス状の駆動電流を半導体レーザ12に供給することで半導体レーザ12が発するパルスのパルス幅をT1とし、そのパルスのピーク値において半導体レーザ12の出力特性と発光寿命の保証されるパルスのパルス幅をT2とすると、パルス幅T1はパルス幅T2以下である。その結果、本発明は、従来方式で半導体レーザを長時間発光させることで問題となっていた、記録膜へのダメージ、半導体レーザの温度特性による検出精度悪化、半導体レーザの寿命低下に対して有効な解決策を提供する。

【0040】又、ボトム検出制御信号uをアクティブにすることでVm3の値を検出したボトム検出出力値zが得られる。ピーク検出と同様にボトム検出出力値はVm3の値を出力し続けることになる。切替え回路32に入力されたスルー出力x、ピーク検出出力y、ボトム検出出力zは、出力選択信号v、wが共にLレベルでスルー出力x、出力選択信号vがHレベル、出力選択信号wがLレベルの時ピーク検出出力を出力し、出力選択信号vがLレベル、出力選択信号wがHレベルの時ボトム検出出力を出力する。出力選択信号vとwによって時間分割して出力されたスルー出力x、ピーク検出出力y、ボトム検出出力zは次に図9中のAD変換回路51に入力され、アナログ電圧値をデジタルデータに変換する。

【0041】デジタルデータ化されたP1、P2に相当する検出電圧値Vm1、Vm2は、演算装置52によって式(1)、式(2)と式(3)から一次関数が以下のとおり確定される。電流電圧変換回路29の変換抵抗をRとすると、以下の式(4)が得られる。

★1、PEAK2、BIAS1のパワーはI-L特性上の線形領域であるから、式(4)からの演算結果による駆動電流設定で十分のパワー精度が得られているが、BIAS2とBIAS3はI-L特性の非線形領域であるために精度が悪い。

【0043】従ってボトム検出によって得られたP3に対する検出結果Vm3及びP1に対するVm1から、ピーク検出時と同様に、以下の式(7)が得られる。

13
Ith)

$$Ith = (Iop3 \times Vm1 - Iop1 \times Vm3) / (Vm1 - Vm3)$$

14

... (8)

... (9)

式(7)、(8)と(9)よりBIAS2、BIAS3に相当する駆動電流Iopが、算出されて、図9の半導体レーザ制御ブロック50のDA変換回路66と63に入力され、BIAS2、BIAS3の発光パワーが補正される。

【0044】以上の過程より決定された5値の半導体レーザ駆動電流は、先に説明した図9中の各DA変換回路によってo、p、q、rとsのレーザパワー設定信号に変換されて半導体レーザ駆動ブロック15に供給される。

【0045】上記設定値に基づいて各電流源24、25、26、27と28は電流を半導体レーザに駆動電流を供給する。本例はピーク検出器、ボトム検出器、スルーの3検出値を用いたパワー学習を1セクターのパワー学習エリアで行う例であったが、光ディスク記録再生装置の形態によって、選択的に使用可能である。例えば、図13の学習エリアにおいては非線形領域のP3のパワー検出、つまりボトム検出は行わずに線形領域のP1、P2の発光パワー値のみを検出しパワー学習を行うといった制御、P1、P2からまず線形領域だけ学習し、高いパワー範囲のみの設定を行う。続いて低いパワー範囲に関してはP3の結果を用いて補正のみするといった制御など、さまざまな制御方法が考えられる。

【0046】図14は、図13で行ったパワー学習ステップを2セクタにまたがって行うようにした、図13のパワー学習の第1変形例を示す。レーザビームスポットが1セクター目のパワー学習エリアにある時、半導体レーザ12はパワーP1でDC駆動される。又、レーザビームスポットが2セクター目のパワー学習エリアにある時、パルスP2とP3間でパルス変調させることで、式(4)、(5)と(6)又は式(7)、(8)と(9)による演算を行いパワーを設定する。発光パワーは図13で示したように1セクター内で整定できず、2セクタにまたがった制御となるがパワー学習エリアが時間的に余裕のない場合に有効である。その他にもP1とP2によるパワー学習を第1セクタ目、P1とP3によるパワー学習を第2セクタ目といった2セクタにまたがった学習も可能であり、当然3セクタにまたがったパワー学習も考えられる。

【0047】図15は、ピーク検出回路30とボトム検出回路31のみを用いてディスク上のパワー学習エリアでパワー学習するようにした、図13のパワー学習の第2変形例を示す。レーザビームスポットがパワー学習エリアにある時、図13と同様に半導体レーザ12を学習用のパルスで駆動させているがスルー出力を用いたDC発光部が存在しないために、図14と同様にパワー学習エリアを短くすることに有効な方法である。この場合は*

*パルスのピーク値は図2のP2、ボトム値にP1とI-L特性が十分線形の領域のパワーを設定するほうが好ましい。非線形領域のパワー精度の悪化はこの場合発生するが、非線形領域でのパワー精度を要求される場合は、学習エリア以外にレコーディングエリアでボトム検出器を再度動作させて、ボトム値を検出し補正をかけていくといったことも可能である。

【0048】図16は、データが半導体レーザ12によって記録エリアに記録されている間に半導体レーザ12のパワーが制御されるようにした、図13のパワー学習の第3変形例を示す。図16の手法は、セクター毎にパワー学習エリアが存在しないような、連続的に一筆書きが要求されるような光ディスク記録再生装置で有効である。学習エリアが存在しないためにパワー学習用のレーザ発光波形を発光させることが不可能である。つまり、これまで説明してきた学習用の記録パルスのP1、P2、P3パワーをもってパワー学習をすることではなく記録パルスそのもののピーク値とボトム値、たとえば図1に示す記録パルスで記録する場合は図17に示すように、記録パルスを受光して得られたスルー出力xのピーク点Vmpk2を検出しピーク検出力信号y、ボトム点のVmbias3を検出し、ボトム検出力信号zを出力し順次レーザパワーの補正を行って行く。

【0049】図13、図14と図15において、レーザビームスポットが記録エリアにある時、半導体レーザ12は、記録すべきマーク長に応じて、図1に示すような波形によってランダムに駆動されており、発光波形の明記は省略している。又、再生時(READ)は数セクター連続的に長時間再生する場合はほとんどであり、また再生パワー値は一定レベルのDC値であるから、ピーク検出器30、ボトム検出器31を使用する必要性は小さくスルー出力のみによってパワー検出を行って、連続的に補正して行くことが可能である。

【0050】

【発明の効果】以上のように本発明は、レーザパワー検出用に、半導体レーザ発光パワーを検出する検出器に加えて、検出波形のピーク値を検出するピーク検出器と、ボトム値を検出するボトム検出器を設けることにより、パワー学習エリアにおいて必要であった高出力のレーザのDC連続照射をすることなくレーザパワー学習を可能とし、記録膜に与える熱ストレスの抑制、半導体レーザの寿命劣化、温度特性による学習精度の悪化を防ぐことができる。又、ボトム検出により、半導体レーザのIth近辺のパワー精度悪化抑制、パワー学習エリアの短縮化を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の光ディスク記録再生装置の記録パルス

波形と記録マーク対応を示す図である。

【図2】 図1の従来の光ディスク記録再生装置の半導体レーザの駆動電流 I_{op} 対レーザパワー P の関係 ($I-P$ 特性) を示すグラフである。

【図3】 図1の従来の光ディスク記録再生装置のレーザパワー対検出電流の関係を示すグラフである。

【図4】 図1の従来の光ディスク記録再生装置における $I-P$ 特性と記録波形の関係を示すグラフである。

【図5】 従来の半導体レーザパワー制御方法におけるパワー学習のタイミング図である。

【図6】 本発明の一実施形態にかかる半導体レーザパワー制御装置を備える光ディスク記録再生装置を示すブロック図である。

【図7】 図6の光ディスク記録再生装置に用いられる光ピックアップを示す略図である。

【図8】 図6の光ディスク記録再生装置に用いられる半導体レーザ制御ブロックの構成を示すブロック図である。

【図9】 図8の半導体レーザ制御ブロックに用いられる半導体レーザ演算ブロックの構成を示すブロック図である。

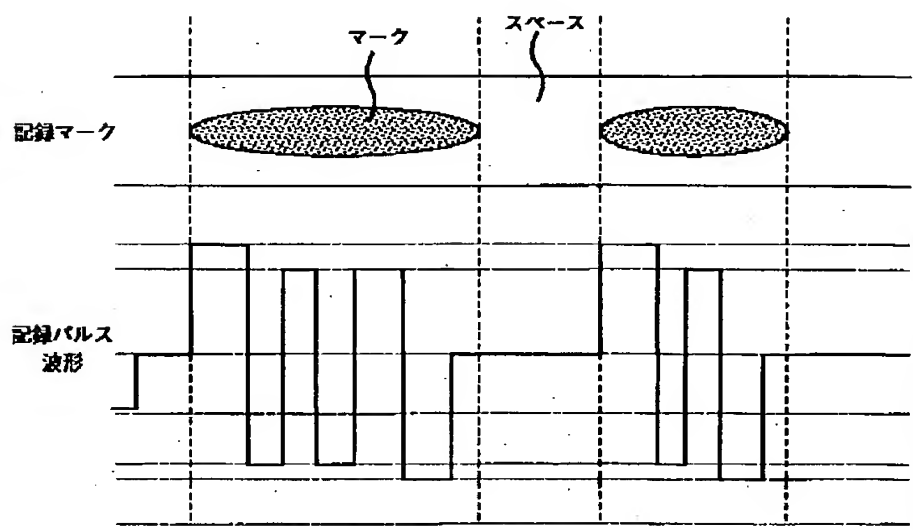
【図10】 図8の半導体レーザ制御ブロックに用いられる半導体レーザ駆動ブロックの構成を示すブロック図である。

【図11】 図6の光ディスク記録再生装置における半導体レーザの発光パルス波形とタイミング信号を示す図である。

【図12】 図8の半導体レーザ制御ブロックに用いられる半導体レーザパワー検出ブロックの構成を示すブロック図である。

【図13】 本発明にかかる半導体レーザパワー制御方法におけるパワー学習のタイミング図である。

【図1】



【図14】 図13の半導体レーザパワー制御方法におけるパワー学習の第1変形例を示すタイミング図である。

【図15】 図13の半導体レーザパワー制御方法におけるパワー学習の第2変形例を示すタイミング図である。

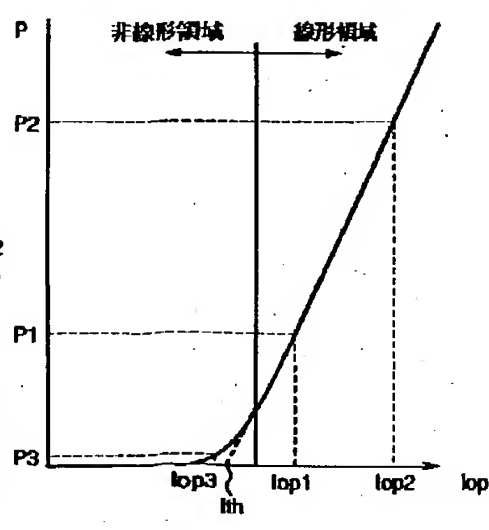
【図16】 図13の半導体レーザパワー制御方法におけるパワー学習の第3変形例を示すタイミング図である。

10 【図17】 図13の半導体レーザパワー制御方法における検出タイミング図である。

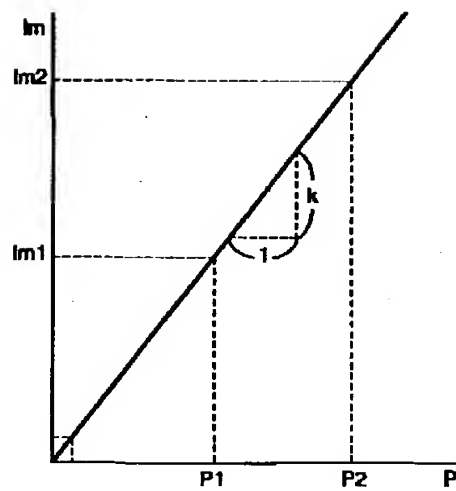
【符号の説明】

- 1 光ディスク
- 2 スピンドルモータ
- 3 光ピックアップ
- 4 半導体レーザ制御ブロック
- 5 サーボブロック
- 6 再生信号処理ブロック
- 7 中央制御ブロック
- 20 10 再生用フォトディテクタ
- 12 半導体レーザ
- 13 反射板
- 14 半導体レーザパワー検出フォトディテクタ
- 15 半導体レーザ駆動ブロック
- 16 半導体レーザパワー検出ブロック
- 29 電流電圧変換回路
- 30 ピーク検出回路
- 31 ボトム検出回路
- 32 切替え回路
- 30 50 半導体レーザ演算ブロック
- 51 AD変換回路
- 52 演算装置

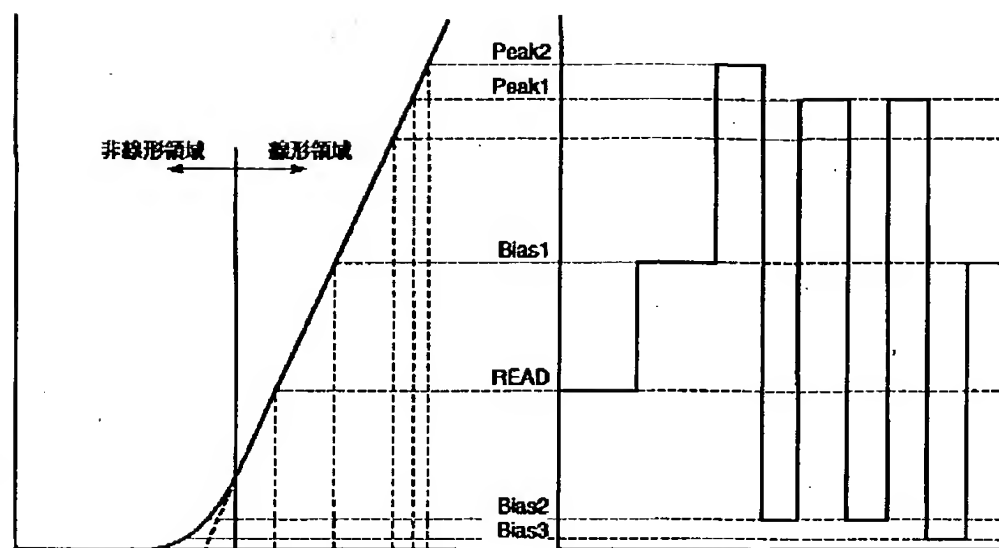
【図2】



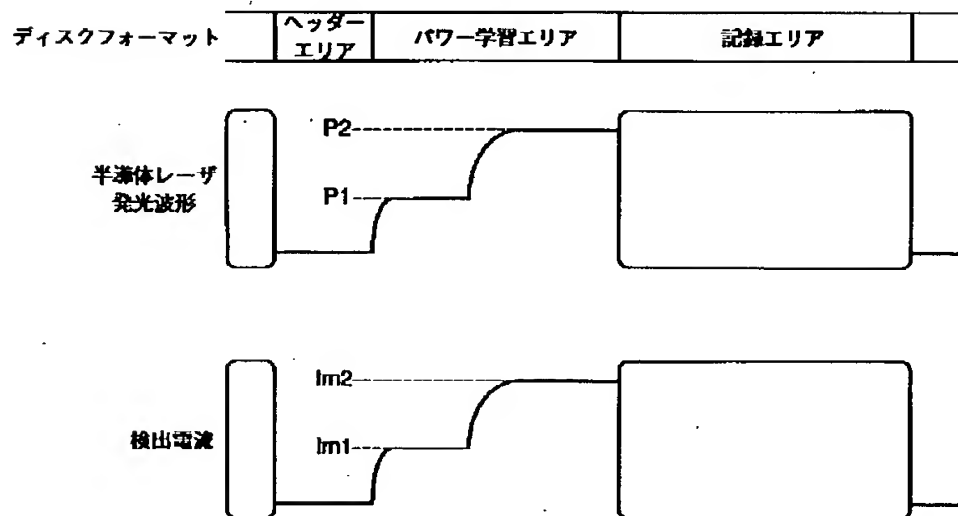
【図3】



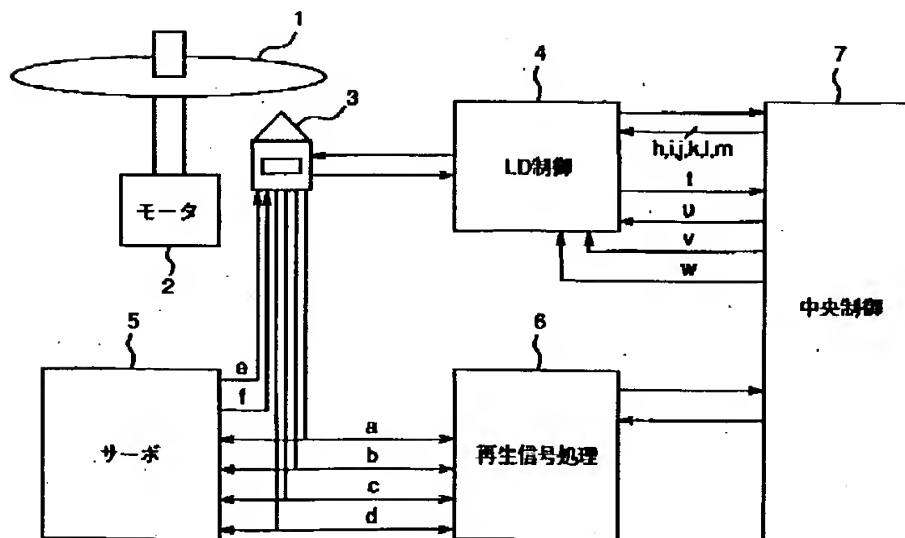
【図4】



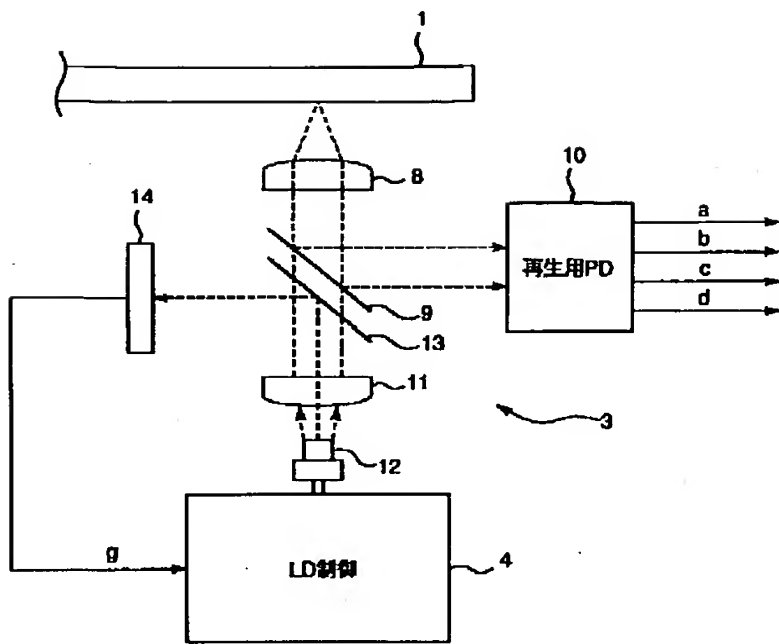
【図5】



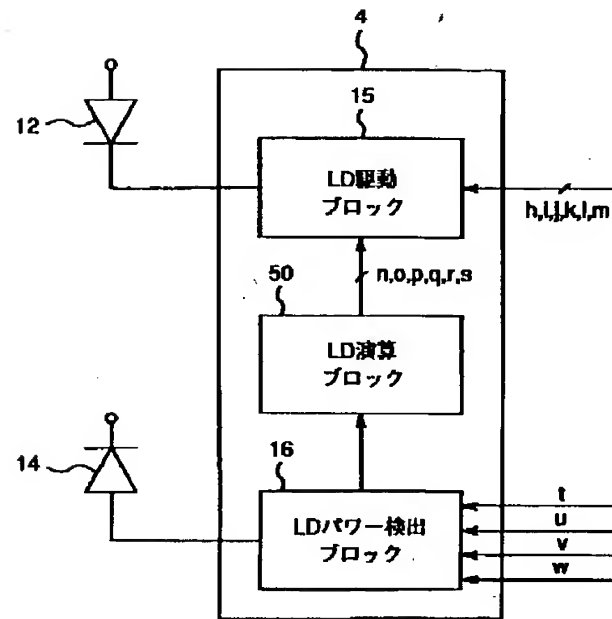
【図6】



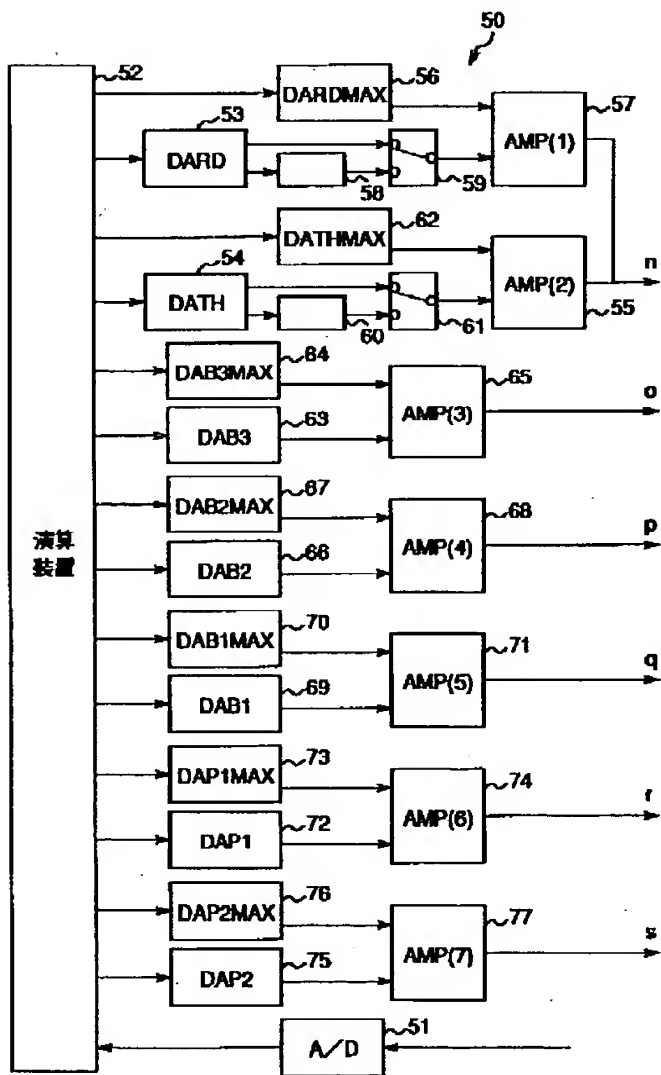
【図7】



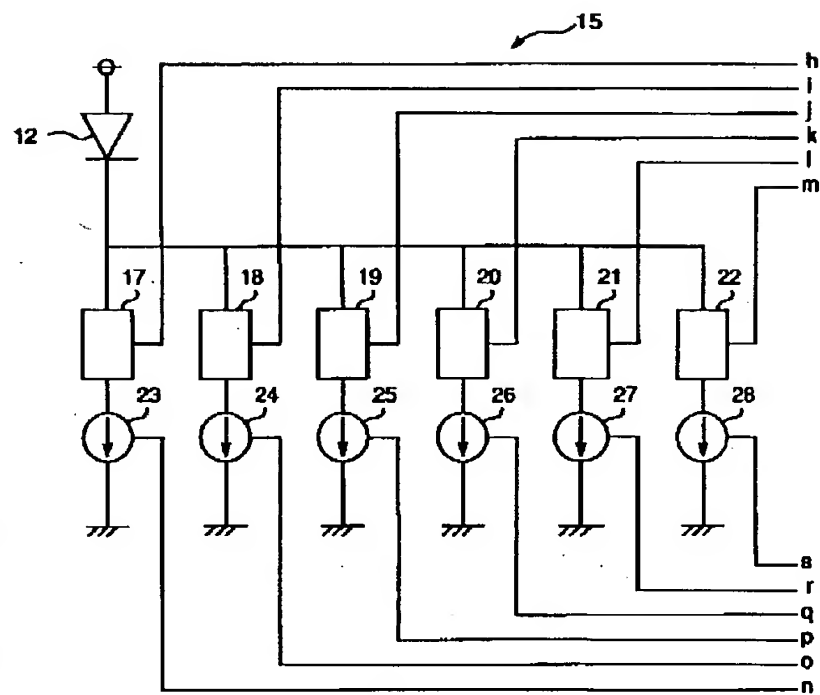
【図8】



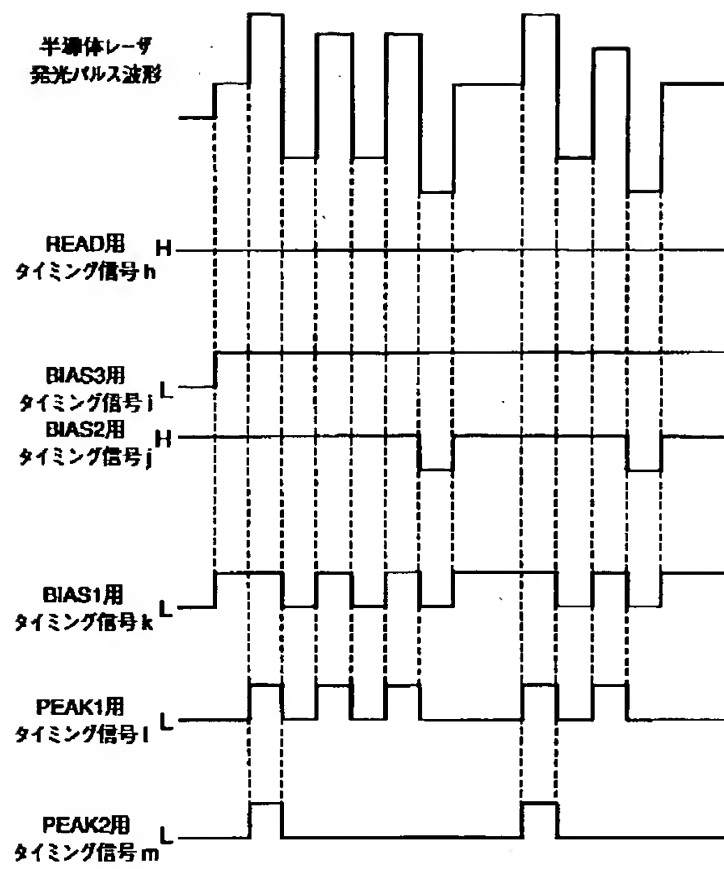
【図9】



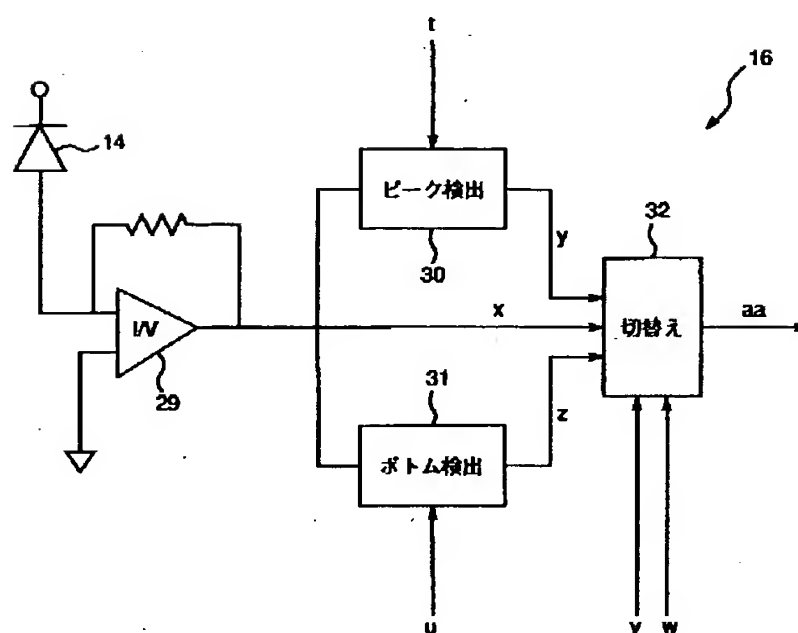
【図10】



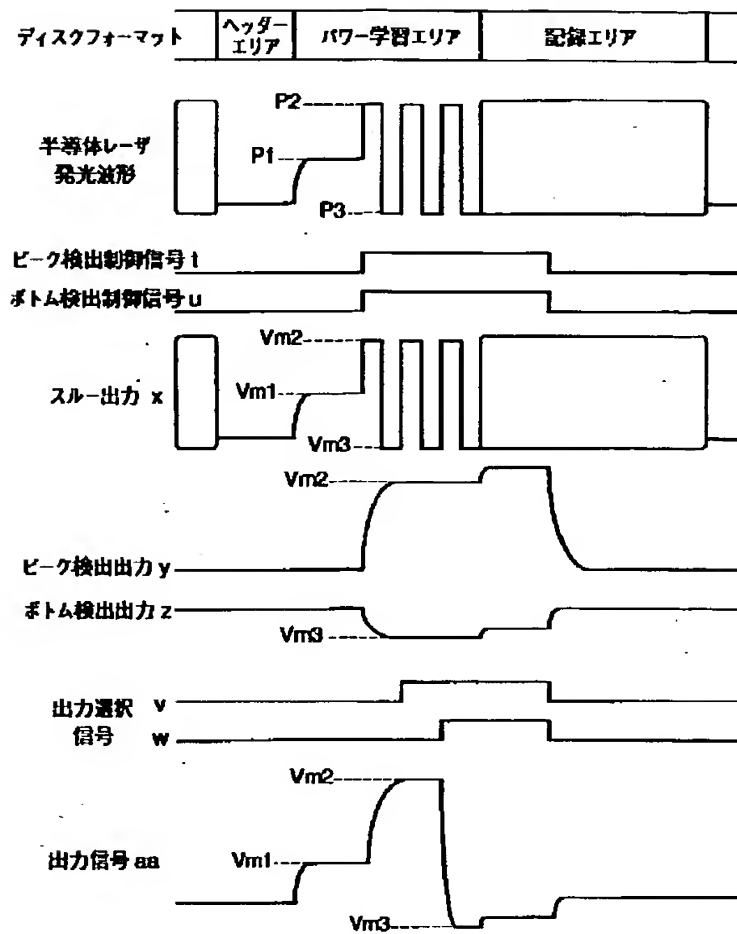
【図11】



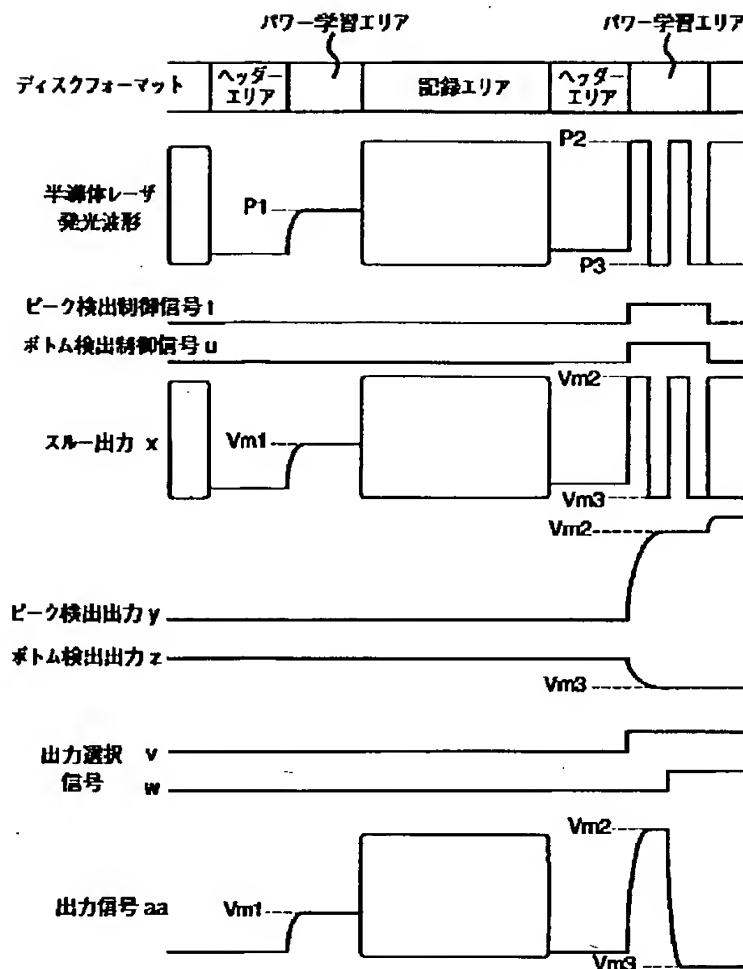
【図12】



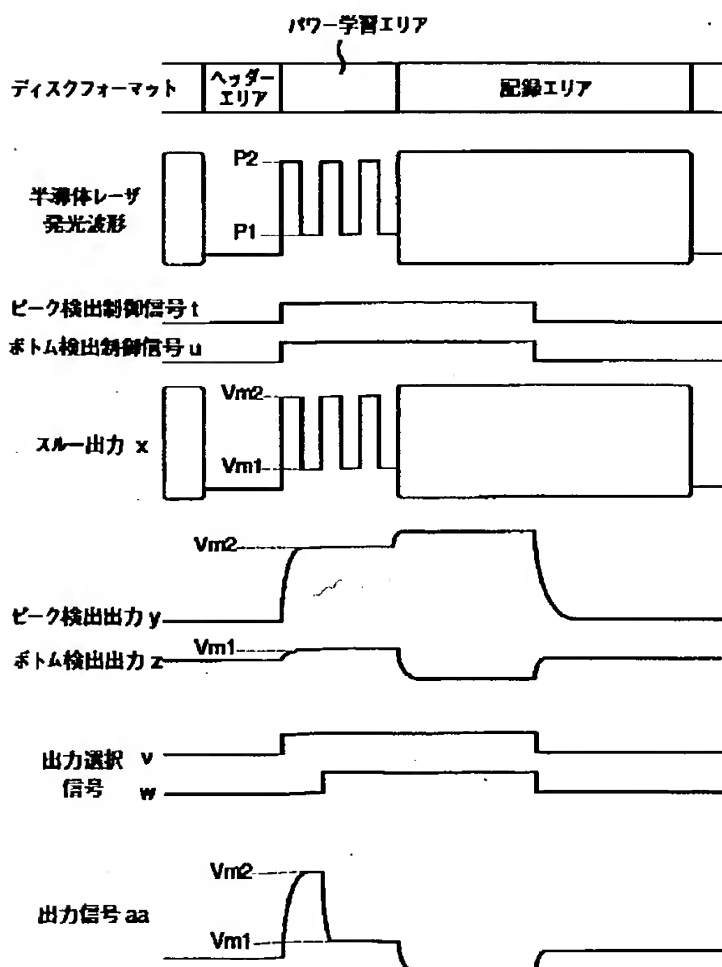
【図13】



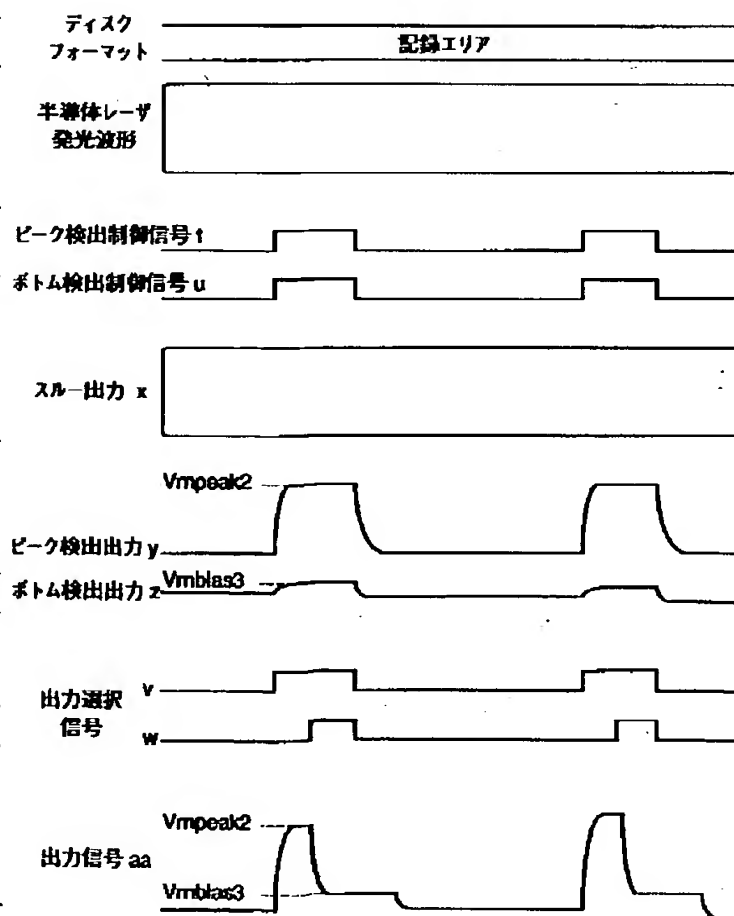
【図14】



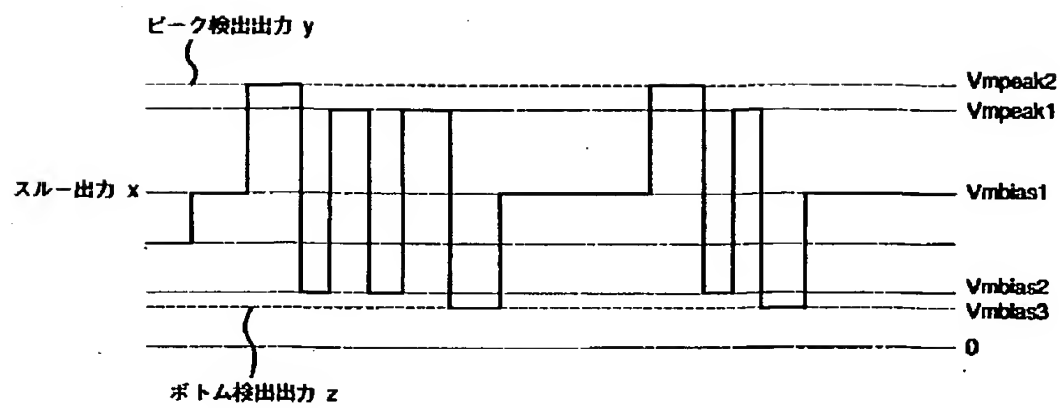
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 赤木 俊哉
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 小石 健二
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内